УДК 622.7-52 (075.8)

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАСКАДНО-ВОДОПАДНЫМ РЕЖИМОМ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В БАРАБАННЫХ МЕЛЬНИЦАХ

Р.Ж. Бапова

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева. г. Алматы
E-mail: rbapova@mail.ru

Приводится критический анализ систем автоматического управления, стабилизирующих уровень внутримельничной загрузки измельченным материалом. С учетом основных технологических возмущений, влияющих на режим работы двухкамерной мельницы с объединенной сепарацией, выявлена необходимость осуществления контроля режима измельчения с применением регулируемого привода с использованием новых управляющих и управляемых параметров.

Измельчительные агрегаты широко применяют в различных отраслях промышленности: черной и цветной металлургии, химии, цементной, строительной, энергетике. Тонкое измельчение минерального сырья представляет крупную научную и практическую проблему. Большое количество разновидностей систем автоматического управления процессом измельчения, известных в настоящее время, обусловлено как сложностью взаимосвязей между входными, промежуточными и выходными переменными процесса, так и разнообразием технологических схем и условий измельчения [1].

Системы автоматического управления, стабилизирующие уровень внутримельничной загрузки измельченным материалом, занимают особое место при автоматизации процессов сухого помола.

Для управления по уровню внутримельничной загрузки используют:

1. Стабилизацию процесса подачи руды в мельницу при помощи счетчика конвейерных весов, который электрически связан с электродвигателем подбункерных питателей. Однако эти системы малоэффективны, так как работают при заведомо пониженной производительности, рассчитанной на наиболее трудноизмельчаемую руду [2]. Такие системы не позволяют контролировать величину исходного питания при помощи конвейерных или других типов датчиков.
2. Стабилизацию заполнения мельницы рудой по интенсивности издаваемого ею шума. Однако такая система обладает транспортным запаздыванием по основному каналу связи, экстремум

функциональной зависимости между звуковым сигналом и внутримельничным заполнением размыт, связь между этими параметрами недостаточно коррелированна.

3. Стабилизацию суммарного сигнала от звукометрического преобразователя и преобразователя исходного питания. Этот вид системы позволяет стабилизировать загрузку мельницы рудой по принципу ($Q_{пит}+kS$=const), (где $Q_{пит}$ – величина исходного питания, поступающего в мельницу, kS – распределение циркулирующей нагрузки в камеры), является перспективным, однако получение управляющего сигнала на основе использования какого-либо параметра звукометрического спектра шума, излучаемого мельницей во время ее работы, не учитывает крупности кусков руды и ее измельчаемости.
4. Стабилизацию суммарного сигнала преобразователей исходного питания и циркулирующей нагрузки. Эта система позволяет стабилизировать загрузку мельницы рудой по принципу ($Q_{пит}+kS$=const), обладает значительным транспортным запаздыванием по каналу "датчик мощности привода спиралей классификатора – исполнительный механизм питателя". Поэтому при резком изменении размалываемости руды мельница может перегрузиться вплоть до аварийного состояния – "завала" мельницы.
5. Системы автоматического поиска оптимального режима работы цикла измельчения. Данный способ трудоемок, так как требует дополнительно определения времени перехода на новый установившийся режим, ему присуще транспортное запаздывание, а также не исключена возможность "завала" мельницы при резком увеличении питания.
6. Системы автоматического управления, контролирующие оптимальное значение внутримельничного заполнения по звукометрическому сигналу, издаваемому мельницей, регулированием числа оборотов барабана мельницы. Применение электроакустического индикатора внутримельничного заполнения при переменной скорости вращения мельницы представляет сложную задачу и требует создания специально отборного устройства.

Последняя система автоматического управления по методу регулирования числа оборотов мельницы представляет наибольший интерес для дальнейших исследований.

На процесс измельчения руды влияют крупность ее кусков и измельчаемость. На практике оба эти свойства руды не остаются постоянными, а колеблются в довольно широких пределах. Метод управления процессом измельчения регулированием скорости вращения возможен в случае, если известны характеры количественных зависимостей изменения твердости и крупности исходного материала и других факторов. Особенностью этого метода является то, что со снижением или колебаниями крупности и твердости исходного материала необходимый диапазон регулирования скорости должен находиться в области скоростей вниз от наибольшей и при автоматическом снижении скорости имеется резерв в повышении производительности. Этот резерв используется при автоматическом регулировании скоростей вращения, когда в мельнице поддерживается неизменной и оптимальной величина внутримельничного заполнения материалом. А также доказано, что при применении регулирующего параметра скорости вращения для шаровых мельниц требуемый диапазон регулирования не превышает 20...30 % от наибольшей скорости [3].

Контроль циркулирующей нагрузки по активной потребляемой мощности привода элеватора возможен при осуществлении процесса двухстадиального измельчения, когда схема имеет два ковшевых элеватора, что позволяет вести раздельный контроль камер по загруженности материалом [4]. Но невозможно применение этих систем на исследуемой технологии двухстадиального помола двухкамерных мельниц с объединенной сепарацией. При раздельной сепарации продукты измельчения каждой камеры транспортируются своим элеватором на сепараторы, в отличие от схем с объединенной сепарацией, где продукты обеих камер объединяются и подаются общим элеватором в сепаратор.

При работе с патентной литературой, было выявлено, что для регулирования данной технологии был разработан способ, в котором продукты помола первой и второй стадии объединяются и подаются общим элеватором в сепаратор [5]. Суммарную циркуляционную нагрузку в данном способе контролируют по мощности, потребляемой электродвигателем элеватора, а производительность контролируют по положению вала исполнительного механизма, воздействующего на подачу исходного материала. Однако, и этот способ не нашел практического применения [5].

На основании проведенного критического анализа известных методов и направлений автоматизации процессов измельчения с точки зрения применимости их к рассматриваемой технологии с использованием в качестве основных агрегатов двухкамерных шаровых мельниц сухого помола с объединенной сепарацией, а также учета их специфических особенностей можно сделать следующие выводы:

1. Существующая звукометрическая система управления внутримельничным заполнением двухстадиального измельчения с объединенной сепарацией является не эффективной (не учитывает диапазон изменения гранулометрического состава готового продукта, обладает значительным запаздыванием по каналу управления, не учитывает помехи, передаваемые по общему барабану для обеих камер).
2. Поднять эффективность действующего технологического оборудования можно за счет разработки и применения на этой технологии системы управления с использованием новых управляемых и управляющих переменных.
3. Наиболее целесообразным для данного объекта является применение регулируемого привода

для управления каскадно-водопадным режимом измельчения.

4. Для достижения оптимальной загрузки камер рудой необходимо осуществить контроль суммарной нагрузки мельницы по величине потребляемой мощности привода элеватора. Оценка уравнения взаимосвязи этих переменных выявила наличие тесной коррелированной связи между ними [6].
5. На режим работы агрегата основное возмущение оказывает гранулометрический состав, характеризуемый широким набором крупности при различном процентном содержании.
6. Значительное повышение эффективности воздействия на гранулометрический состав измельченного продукта возможно в случае двухкамерных мельниц на основе дальнейшего усовершенствования методом косвенного определения заполнения мельницы.
7. Предлагаемое регулирование скорости вращения мельницы обеспечивает оптимальный режим измельчения внутримельничного заполнения, способствует повышению эффективности автоматизированных систем управления процессом измельчения, сочетается с таким режимом работы, при котором траектория движения внутримельничной загрузки становится переменной (каскадно-водопадный режим).

На основании сделанных выводов была выдвинута научно-техническая идея – осуществить контроль режима измельчения двухкамерных мельниц с объединенной сепарацией применением регулируемого привода с использованием новых управляющих и управляемых параметров. На этой основе разработать эффективную систему управления внутримельничной загрузкой, учитывающей основное технологическое возмущение – резкое изменение измельчаемости руды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бапова Р.Ж. Анализ систем автоматического управления процесса измельчения ископаемых в горнообогатительной и смежных отраслях промышленности // Республиканский сборник научных трудов аспирантов и магистрантов. – Алматы: КазНТУ, 2001. – С. 69–71.
2. Пат. 245 Казахстан. МКИ В02С 25/00. Устройство автоматического управления загрузкой двухкамерной сепараторной мельницы / М.Д. Адамбаев, Т.К. Байдавлетов. Заявлено 19.06.1990; Опубл. 30.12.1993, Бюл. № 3. – 3 с.: ил.
3. Утеев А.А. Автоматизированная система управления процессом измельчения с переменной траекторией движения внутримельничной загрузки. – Автореф. канд. дисс. – М., 1974. – 15 с.
4. Гельфанд Я.Е., Гинзбург И.Б. Автоматическое регулирование процессов дробления и помола в промышленности строительных материалов. – Л.: Стройиздат, 1969. – 173 с.
5. А.с. 175379 СССР. МКИ В02С 25/00. Способ автоматического регулирования загрузки многокамерной сепараторной мельницы / Я.Е. Гельфанд. Заявлено 18.09.1963; Опубл. 21.09.1965, Бюл. № 19. – 2 с.: ил.
6. Бапова Р.Ж. Оценка уравнения взаимосвязи переменных объекта измельчения // Современная техника и технологии: Труды X Юбил. Междунар. научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 400-летию г. Томска. – Томск, 2004. – Т. 2. – С. 112–113.

УДК 621.311